

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PCT-131	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FI99/00952	International filing date (day/month/year) 17.11.1999	Priority date (day/month/year) 17.11.1998
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC ₇ H 04 L 1/12, H 04 L 27/00		
Applicant Lallo Pauli et al		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.
- ☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
- These annexes consist of a total of 2 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 16.06.2000	Date of completion of this report 02.04.2001
Name and mailing address of the IPEA/SE Patent- och registreringsverket Box 5055 S-102 42 STOCKHOLM Telex 17978 PATOREG-S Facsimile No. 08-667 72 88	Authorized officer Peder Gjervaldsaeter/mj Telephone No. 08-782 25 00

Form PCT/IPEA/409 (cover sheet) (January 1998)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00952

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

☐ the international application as originally filed

☒ the description:
pages 1-9, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement) under article 19
pages _____, filed with the demand
pages 10-11, filed with the letter of 26.03.2001

☒ the drawings:
pages 1-4, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheet/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2 (c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are annexed to this report since they do not contain amendments (Rules 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item I and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00952

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	<u>1-6</u>	YES
	Claims	_____	NO
Inventive step (IS)	Claims	_____	YES
	Claims	<u>1-6</u>	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	<u>1-6</u>	YES
	Claims	_____	NO

2. Citations and explanations (Rule 70.7)

This report based on new claims filed after the second Written Opinion.

The claimed invention relates to an adaptive modem using digital signal processing. According to the invention, the digital signal processing in the transmitter and receiver functions includes calculation algorithms of an application of the Discrete Fourier Transform. It is possible to optimally adapt the transmitter and receiver functions to the transmission speed, bit error rate and/or bandwidth of the channel.

In the International Search Report the following documents were cited:

D1: EP 0 828 363

D2: "OFDM and related methods for broadband mobile radio channels", Czylik, A, 1998 International Zurich Seminar on Broadband Communications

D3: EP 0 820 168

D4: US 5 063 574

D5: US 5 715 277

D6: US 5 764 699

The following document was found in a search conducted after the new claims and statement were filed:

D7: IEEE AUTOTESTCON '78, Chen, "Discrete fourier transform analysis for harmonic distortion and am/fm modulation in ate testing"

.../...

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: V.

D1 describes an ADSL-modem (Asymmetrical Digital Subscriber Line) using FFT (Fast Fourier Transform) and IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) for demodulation and modulating the signals (see figure 4a.). According to D1 different modulation schemes may be chosen to make effective use of the available spectrum (see page 9, line 5-7).

D2 describes OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) over a radio channel using adaptive modulation. According to D2, the modulator is adapted based on SNR (Signal to Noise Ratio). Both transmitters and receivers in the system calculate FFT/IFFT functions.

D3 describes an ADSL-modem (Asymmetrical Digital Subscriber Line) using FFT (Fast Fourier Transform) and IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) for demodulating and modulating the signals. According to D3 different modulation schemes may be chosen to make effective use of the available spectrum.

D4 describes a modem, in which encoding, decoding, modulation and demodulation is performed by DFT (Discrete Fourier Transform) techniques. By changing parameters in transmit and receive software the bandwidth and data rate in the modem are easily controlled. Different modulation techniques and FFT/IFFT are used in the modem (see figure 13).

D5 describes a modem using FFT:s in the signal processing performed.

D6 fails to describe the claimed invention.

D7 describes a comparison on the use of FFT versus DFT for signal analysis in an automatic test system. In D7 is discussed the advantages and disadvantages of FFT and DFT. It is stated that DFT is superior in flexibility and accuracy (see abstract). It is also stated that FFT suffers a severe drawback in that the total number of samples must be in a power of 2. DFT is described as not having a limitation in the number of samples and therefore more suitable than FFT when flexibility and accuracy of analysis is important. (See page 155, left hand side, line 59 - right hand side, line 45.)

.../....

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00952

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: V.

Claims 1-6 describe an adaptive modem using a calculation algorithm based on DFT. However, claims 1-6 fail to describe how this is done. It is unclear how the DFT is used and how the adaptive selection of modulation mode is really performed. It therefore seems impossible for a person skilled in the art to carry out the invention from these claims. The claims are also very badly written and are nearly impossible to understand.

Documents D1-D5 all describe adaptive modems using FFT/IFFT when transmitting and receiving signals. This differs from what is claimed in claims 1, 4 and 5 in that the claimed invention uses DFT instead of FFT. From document D7 is, however, already known a comparison on the use of FFT versus DFT. This comparison shows that if flexible signal analysis without limitations in the number of samples is wanted, then DFT should be used instead of FFT. A person skilled in the art that wants to make an adaptive modem more flexible and not limited in the number of samples used would therefore clearly be guided by D7 to use DFT instead of FFT. Thus, it is considered obvious for a person skilled in the art to combine what is known from any of the documents D1-D5 with what is known from D7 and arrive with a solution as the one claimed in claims 1, 4 and 5. The invention claimed in claims 1, 4 and 5 is therefore not considered to involve an inventive step.

Documents D1-D4 describe multi-carrier modems. Thus, what is claimed in claim 2 is not considered to involve an inventive step.

What is claimed in claims 3 and 6 constitutes details considered to be obvious for a person skilled in the art. Therefore, what is claimed in claims 3 and 6 is not considered to involve an inventive step.

What is claimed in claims 1-6 is novel and comprises industrial applicability but is not considered to involve an inventive step.

—

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FI99/00952

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

It is in claims 1-6 unclear how the DFT is used and how the adaptive selection of modulation mode is really performed. It therefore seems impossible for a person skilled in the art to carry out the invention from these claims. According to PCT preliminary examination guidelines, chapter III, section 4.4, an independent claim should clearly specify all of the essential features needed to define the invention. It should also be possible for a person skilled in the art to carry out the invention.

CLAIMS

1. Adaptive modem, which includes
 - modem part which has transmitter and receiver units both using digital signal processing and a control unit needed for the modem functional control,
 - tele- and radionetwork interface part which has interfaces and signal amplification and waveform shaping units needed in transmission and receiving process,
 - computer bus interface,**characterized** in that digital signal processing includes a calculation algorithm based on Discrete Fourier Transform, analysis of line response based on trigonometric or exponential calculation loops, correction algorithm and control parameters so that modulation of the transmitter and receiver is possible to adapt to optimal with the algorithm mentioned in respect to the data transmission speed, bit error rate and/or bandwidth of the communication channel.
2. Adaptive modem according to claim 1 **characterized** in that the modem includes a program which is used for the receiver operation mode change so that the receiver can detect different digital modulations generated by the transmitter like modulations based on different symbol lengths, different numbers of bits in symbol, several simultaneous carriers (multi carrier) or different combinations of several amplitude levels and phases in purpose specially to speed data communications using ordinary telephone lines.
3. Adaptive modem according to claims 1 and 2 where the transmitter is a radio transmitter and the receiver is a radio receiver and where the modem includes a radio interface unit **characterized** in that the modem unit includes a program change function which makes it possible to use in spread spectrum mode over the bandwidth desired.
4. A method to select the modulation mode adaptively according to the claim one for each communication route of the adaptive modem, **characterized** in that the transmitted modulations and modulation methods are selected to different waveforms according to the principle that in reception we get by calculations the wanted or the maximal selectivity of transmitted carrier, amplitude and phase of the modulated waveforms using the algorithm developed from the Fourier Transform and using the wanted sample frequency for the waveforms in data transmission over the telecommunication network interface unit or over the radio interface unit.
5. A method according to claim 4 **characterized** in that in the method each bit, several bits, ASCII character, symbol, data, message, speech or for example picture equals a specific waveform as a part of the modulation.

REPLACED BY
ART 34 AMDT

11

6. A method according to claims 4 and 5 characterized in that over the telecommunication network or over the radio channels a message is transmitted as a combined calculated and coded sum waveform of several different waveform modulations which are in reception detected to waveforms and using the code information decoded as a message.

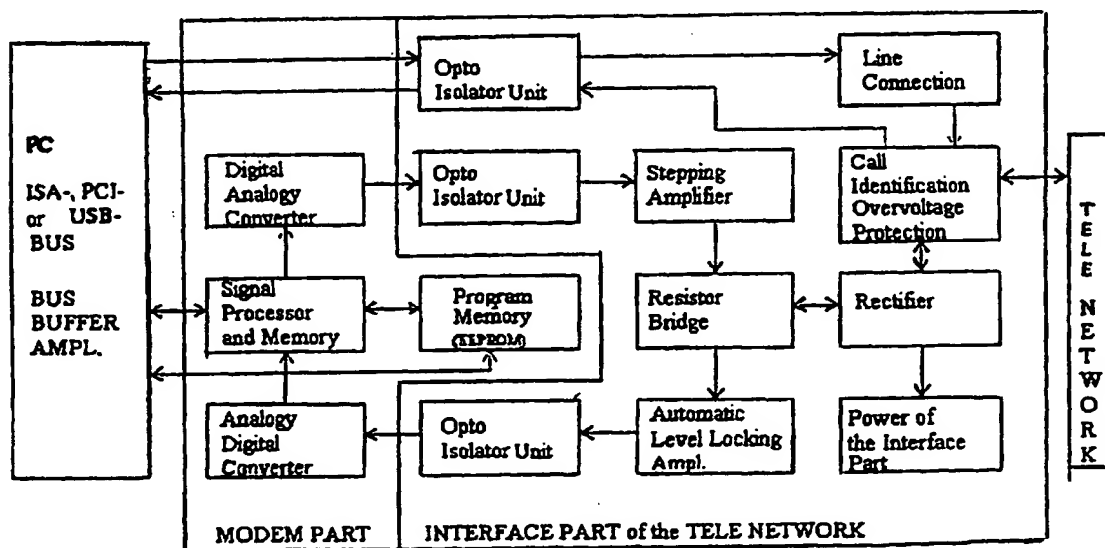
REPLACED BY
ART 34 AMDT



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification ⁷ : H04L 1/12		A2	(11) International Publication Number: WO 00/33501
			(43) International Publication Date: 8 June 2000 (08.06.00)
(21) International Application Number: PCT/FI99/00952 (22) International Filing Date: 17 November 1999 (17.11.99) (30) Priority Data: 982479 17 November 1998 (17.11.98) FI (71)(72) Applicants and Inventors: LALLO, Pauli [FI/FI]; Varuskunta 45 as 8, FIN-11310 Riihimäki (FI). PEL- TONIEMI, Pekka [FI/FI]; Suvelantie 8 A 36, FIN-02760 Espoo (FI). SEKKI, Mauri [FI/FI]; PL 80, FIN-02771 Espoo (FI). TERVAPURO, Ilpo [FI/FI]; Holvikuja 1 B 54, FIN-02770 Espoo (FI). (74) Agent: NIEMINEN, Taisto; Patenttitoimisto T Nieminen Oy, Kehräsaari B, FIN-33200 Tampere (FI).			(81) Designated States: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Published <i>In English translation (filed in Finnish). Without international search report and to be republished upon receipt of that report.</i>

(54) Title: ADAPTIVE MODEM AND METHOD FOR ADAPTIVE ELECTION OF MODULATION MODE



(57) Abstract

Adaptive modem including modem part which comprises a transmitter and a receiver using digital signal processing and a control unit needed for the control of the modem functions, interface for the telecommunication network, where we have interfaces for the telecommunication network, and the signal amplification and waveform shaping units needed in transmission and receiving process, and the computer bus interface. Digital signal processing includes the calculation algorithms of an application of Fourier Transform, where the transmitter and receiver functions are made with the algorithms mentioned optimally adaptive to the transmission speed, bit error and/or bandwidth of the available communication channel.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece			TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	ML	Mali	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MN	Mongolia	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MR	Mauritania	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MW	Malawi	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	MX	Mexico	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Netherlands	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NO	Norway	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	NZ	New Zealand		
CM	Cameroon			PL	Poland		
CN	China	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Romania		
CZ	Czech Republic	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
DE	Germany	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Denmark	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
EE	Estonia	LR	Liberia	SG	Singapore		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 99/00952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: H04L 1/12, H04L 27/00
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7: H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0828363 A2 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED), 11 March 1998 (11.03.98), page 9, line 5 - page 10, line 14; page 3, line 9 - line 24 --	1-6
X	"OFDM and related methods for broadband mobile radio channels", Czylik, A.: 1998 International Zurich Seminar on Broadband Communications, 1998. Accessing, Transmission, Networking. Proceedings., Pages 91-98, see especially section 3. Conference date 17-19 February 1998 --	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 May 2000

Name and mailing address of the ISA/
 Swedish Patent Office
 Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
 Facsimile No. +46 8 666 02 86

Date of mailing of the international search report

23-05-2000

Authorized officer

Peder Gjervaldsaeter/AE
 Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 99/00952

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0820168 A2 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED), 21 January 1998 (21.01.98), page 3, line 9 - line 32; page 9, line 11 - page 10, line 22 --	1-6
X	US 5063574 A (P.H. MOOSE), 5 November 1991 (05.11.91), column 6, line 40 - line 59; column 19, line 37 - line 68, figure 13 --	1-6
X	US 5715277 A (R.L. GOODSON ET AL.), 3 February 1998 (03.02.98), column 4, line 26 - line 63; column 10, line 31 - column 12, line 15 --	1-6
A	US 5764699 A (M.L. NEEDHAM ET AL.), 9 June 1998 (09.06.98), column 4, line 33 - column 6, line 60 -- -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

02/12/99

International application No.
PCT/FI 99/00952

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP	0828363	A2	11/03/98	JP 10126819 A	15/05/98
EP	0820168	A2	21/01/98	JP 10154949 A	09/06/98
US	5063574	A	05/11/91	AU 7551591 A	10/10/91
				CA 2054906 A	07/09/91
				EP 0471069 A	19/02/92
				US 5166924 A	24/11/92
				WO 9114316 A	19/09/91
US	5715277	A	03/02/98	NONE	
US	5764699	A	09/06/98	NONE	

PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

International Application No. PCT / F I 9 9 / 0 0 9 5 2

International Filing Date 17 NOV 1999 (17. 11. 99)

The Finnish Patent Office
PCT International Application
Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum) PCT-131

Box No. I TITLE OF INVENTION

ADAPTIVE MODEM AND METHOD FOR ADAPTIVE ELECTION OF MODULATION MODE

Box No. II APPLICANT

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

LALLO, Pauli
Varuskunta 45 as 8
FIN-11310 RIIHIMÄKI, FINLAND

☒ This person is also inventor.

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

State (that is, country) of nationality:

FI

State (that is, country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:



all designated States



all designated States except the United States of America



the United States of America only



the States indicated in the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

PELTONIEMI, Pekka
Suvelantie 8 A 36
FIN-02760 ESPOO, FINLAND

This person is:



applicant only



applicant and inventor



inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

FI

State (that is, country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:



all designated States



all designated States except the United States of America



the United States of America only



the States indicated in the Supplemental Box



Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:



agent



common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

NIEMINEN, Taisto
Patenttitoimisto T Nieminen Oy
Kehräsaari B, FIN-33200 TAMPERE
FINLAND

Telephone No.

+358-3-2148633

Facsimile No.

+358-3-2132605

Teleprinter No.

☐ Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

CONFIRMATION COPY

Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SEKKI, Mauri
PL 80, FIN-02771 ESPOO
FINLAND

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

FI

State (that is, country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:



all designated States



all designated States except the United States of America



the United States of America only



the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

TERVAPURO, Ilpo
Holvikuja 1 B 54
FIN-02770 ESPOO, FINLAND

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

FI

State (that is, country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:



all designated States



all designated States except the United States of America



the United States of America only



the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:



all designated States



all designated States except the United States of America



the United States of America only



the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:



all designated States



all designated States except the United States of America



the United States of America only



the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.

13

Box No.V DESIGNATION STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes; at least one must be marked):

Regional Patent

- ☒ AP ARIPO Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swaziland, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☒ EA Eurasian Patent: AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ EP European Patent: AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☒ OA OAPI Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> AE United Arab Emirates | <input checked="" type="checkbox"/> LR Liberia |
| <input checked="" type="checkbox"/> AL Albania | <input checked="" type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input checked="" type="checkbox"/> AM Armenia | <input checked="" type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input checked="" type="checkbox"/> AT Austria | <input checked="" type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU Australia | <input checked="" type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input checked="" type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input checked="" type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input checked="" type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input checked="" type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input checked="" type="checkbox"/> BB Barbados | <input checked="" type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BG Bulgaria | |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR Brazil | <input checked="" type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BY Belarus | <input checked="" type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input checked="" type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input checked="" type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input checked="" type="checkbox"/> NO Norway |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input checked="" type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> CU Cuba | <input checked="" type="checkbox"/> PL Poland |
| <input checked="" type="checkbox"/> CZ Czech Republic | <input checked="" type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input checked="" type="checkbox"/> DE Germany | <input checked="" type="checkbox"/> RO Romania |
| <input checked="" type="checkbox"/> DK Denmark | <input checked="" type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input checked="" type="checkbox"/> EE Estonia | <input checked="" type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input checked="" type="checkbox"/> ES Spain | <input checked="" type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input checked="" type="checkbox"/> FI Finland | <input checked="" type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input checked="" type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input checked="" type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input checked="" type="checkbox"/> GD Grenada | <input checked="" type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input checked="" type="checkbox"/> GE Georgia | <input checked="" type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input checked="" type="checkbox"/> GH Ghana | <input checked="" type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GM Gambia | <input checked="" type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> HR Croatia | <input checked="" type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input checked="" type="checkbox"/> HU Hungary | <input checked="" type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input checked="" type="checkbox"/> ID Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input checked="" type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input checked="" type="checkbox"/> IN India | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input checked="" type="checkbox"/> IS Iceland | |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | <input checked="" type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> KE Kenya | <input checked="" type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input checked="" type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| <input checked="" type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | <input checked="" type="checkbox"/> ZA South Africa |
| | <input checked="" type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |

Check-boxes reserved for designating States which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

- ☐
- ☐

Precautionary Designation Statement: In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying that designation and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

See Notes to the request form

Box No. VI PRIORITY CLAIMS				
Filing date of earlier application (day/month/year)	Number of earlier application	Where earlier application is:		
		national application: country	regional application: regional Office	international application: receiving Office
item (1) 17 November, 1998 (17.11.98)	982479	FI		
item (2)				
item (3)				

☒ The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office) identified above as item(s): (1)

* Where the earlier application is an ARIPO application, it is mandatory to indicate in the Supplemental Box at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(ii)). See Supplemental Box.

Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

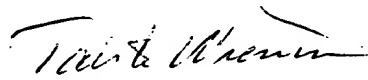
Choice of International Searching Authority (ISA) (if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):	Request to use results of earlier search; reference to that search (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority):
ISA / SE	Date (day/month/year) Number Country (or regional Office)

Box No. VIII CHECK LIST; LANGUAGE OF FILING

This international application contains the following number of sheets:	This international application is accompanied by the item(s) marked below:
request : 4	1. <input checked="" type="checkbox"/> fee calculation sheet
description (excluding sequence listing part) : 10	2. <input type="checkbox"/> separate signed power of attorney
claims : 2	3. <input type="checkbox"/> copy of general power of attorney; reference number, if any:
abstract : 1	4. <input type="checkbox"/> statement explaining lack of signature
drawings : 4	5. <input type="checkbox"/> priority document(s) identified in Box No. VI as item(s):
sequence listing part of description :	6. <input type="checkbox"/> translation of international application into (language):
Total number of sheets : 21	7. <input type="checkbox"/> separate indications concerning deposited microorganism or other biological material
	8. <input type="checkbox"/> nucleotide and/or amino acid sequence listing in computer readable form
	9. <input checked="" type="checkbox"/> other (specify): The Search Report (FI)
Figure of the drawings which should accompany the abstract: 1	Language of filing of the international application: Finnish

Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).


Taisto Nieminen

For receiving Office use only		2. Drawings: <input type="checkbox"/> received: <input type="checkbox"/> not received:
1. Date of actual receipt of the purported international application:	17 NOV 1999 (17.11.99)	
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:		
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):		
5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA / SE	6. <input checked="" type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid.	

For International Bureau use only	
Date of receipt of the record copy by the International Bureau:	15 DECEMBER 1999 (15.12.99)

Form PCT/RO/101 (last sheet) (July 1998; reprint July 1999) See Notes to the request form

OHJELMALLISEN MODEEMIKORTIN LOHKOKAAVIO

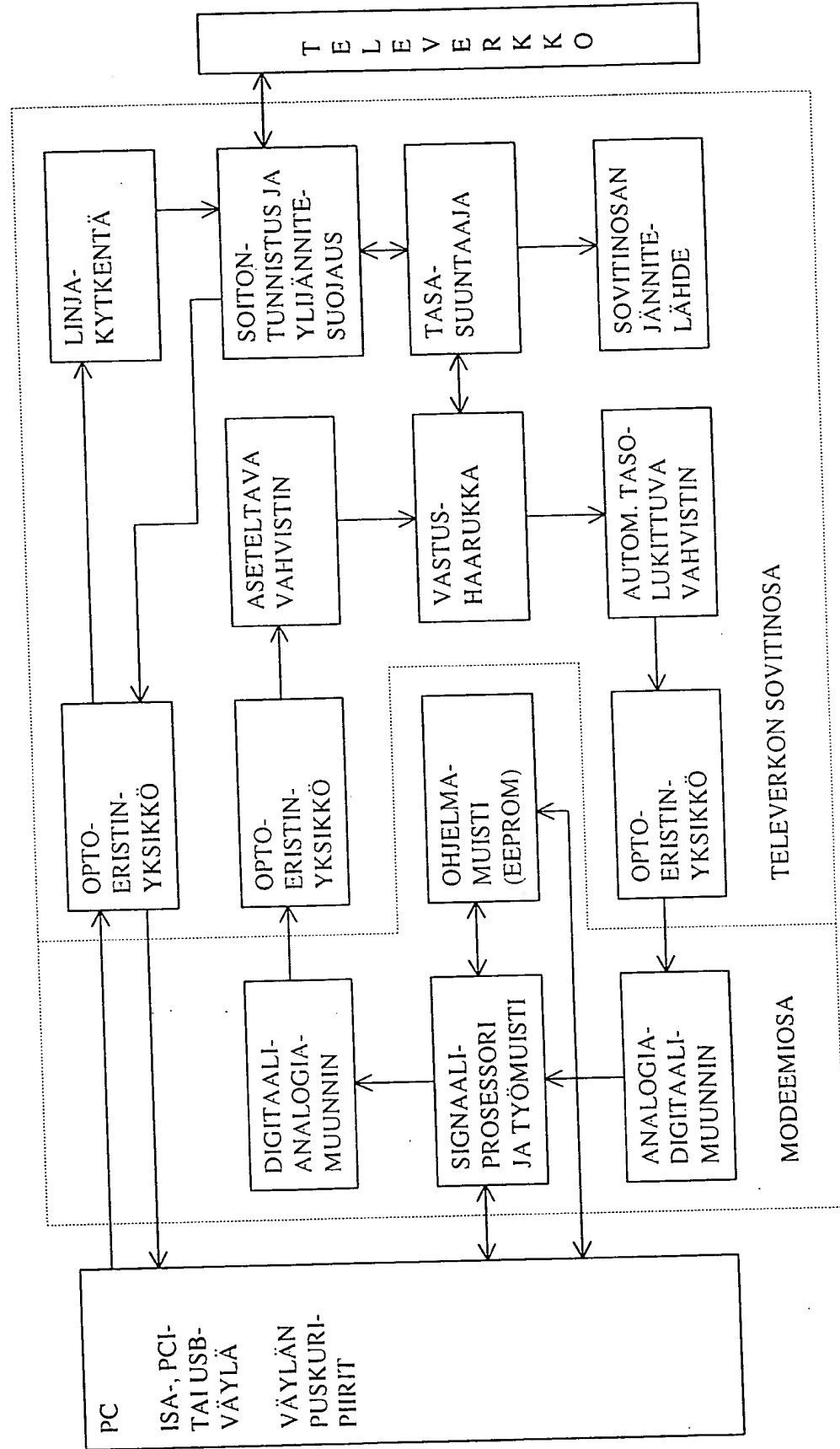


Fig.1

2/4

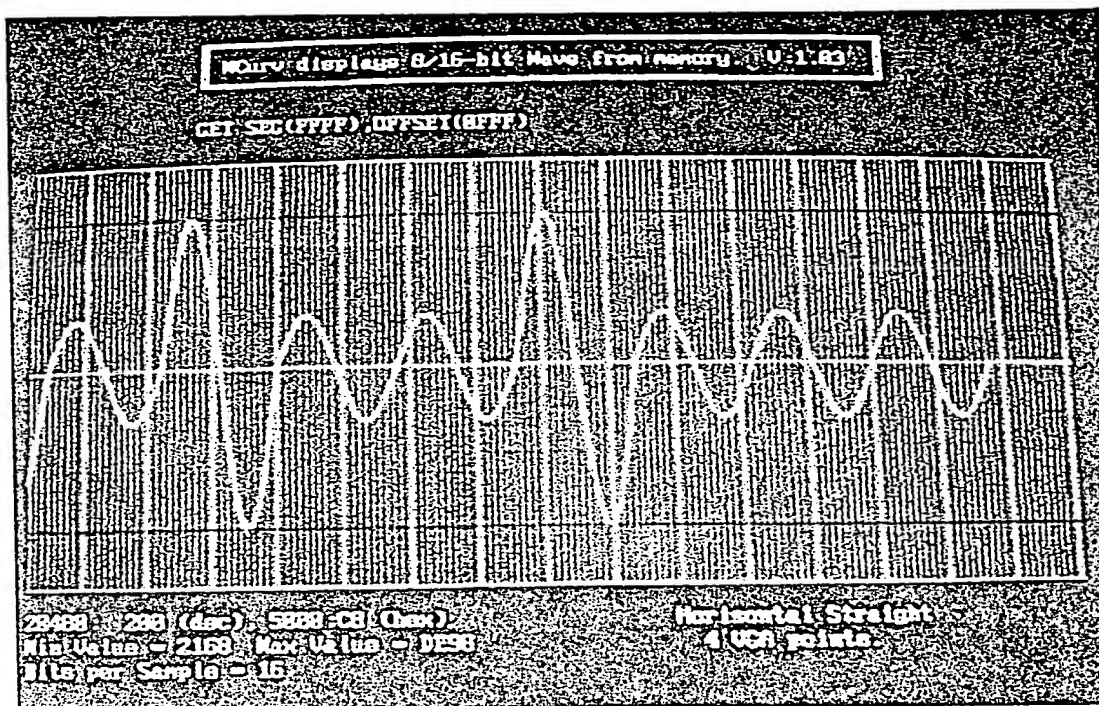


Fig.2

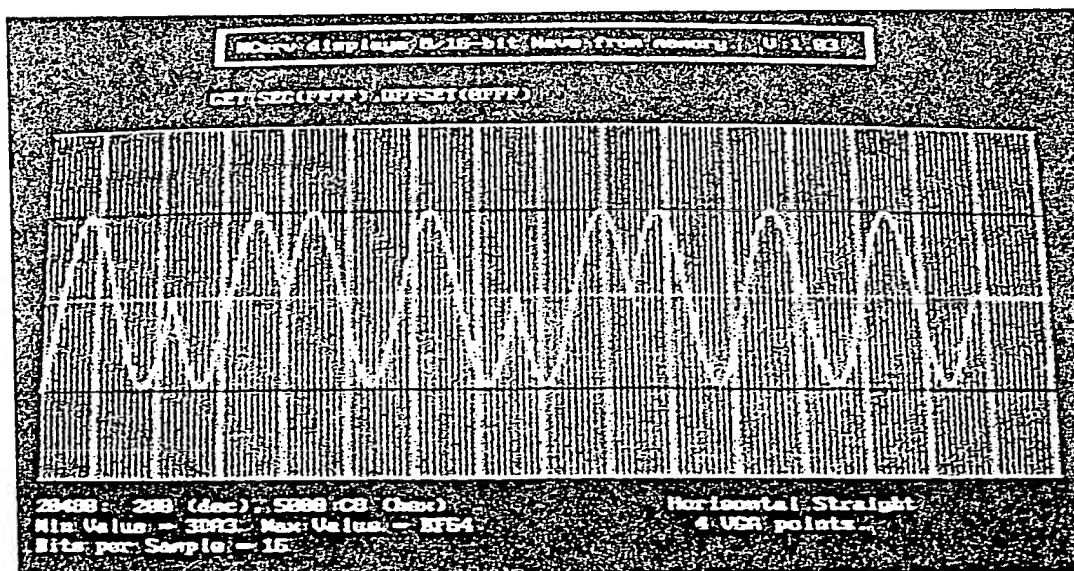


Fig.3

3/4

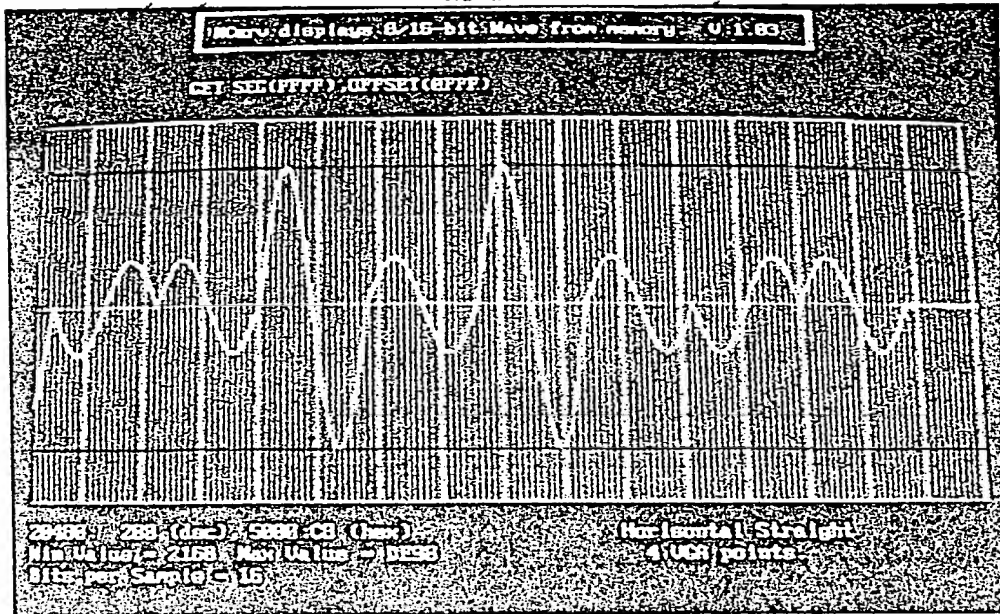


Fig. 4

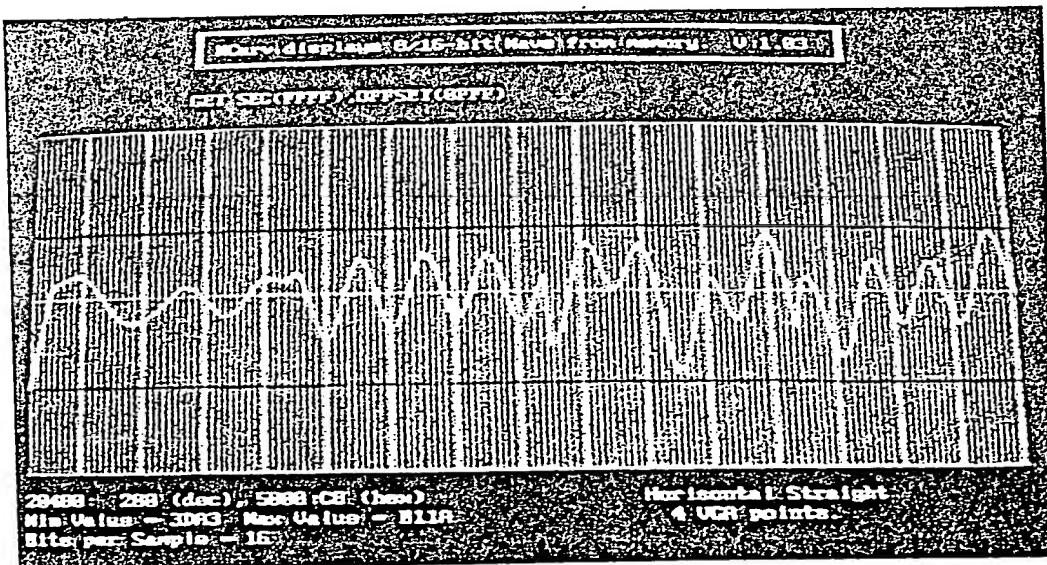


Fig. 5

4/4

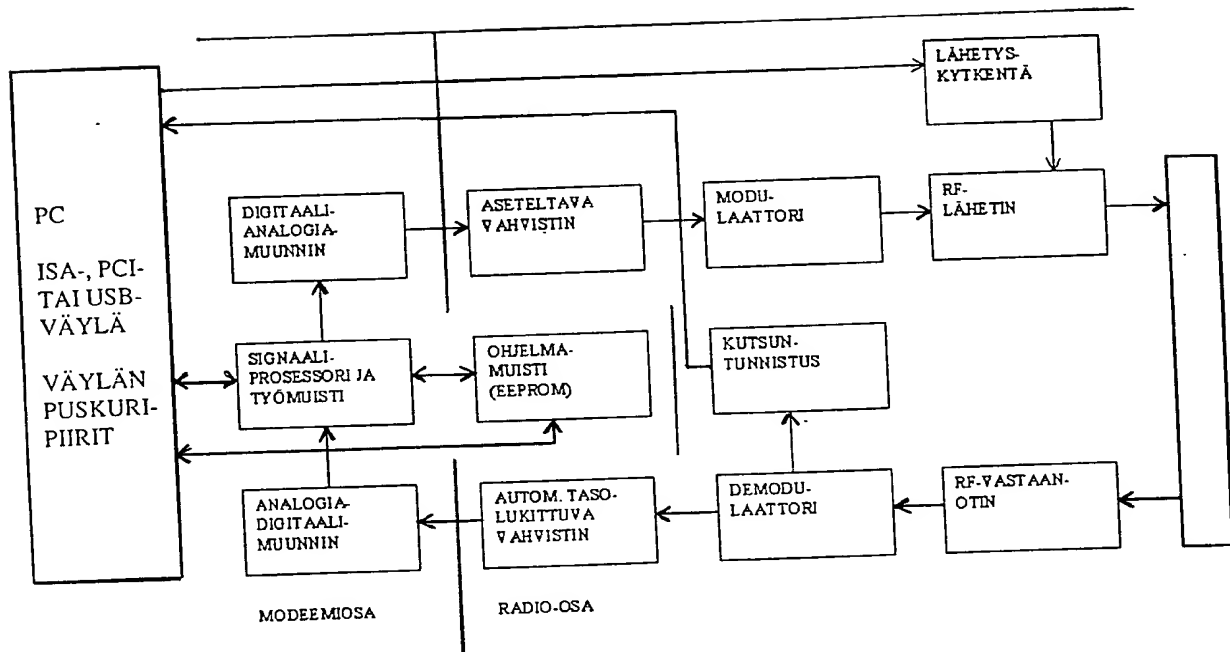


Fig.6

ADAPTIIVINEN MODEEMI JA MENETELMÄ MODULAATIOTAVAN ADAPTIIVISEKSI VALITSEMISEKSI

Keksintö kohdistuu datasiirtoon tarkoitettuun adaptiiviseen modeemiin, joka on määritelty patenttivaatimuksen 1 johdanto-osassa.

Tunnetuissa datamodeemeissa käytetään kiinteitä taajuuksia, sekä vaiheita ja amplitudeja. Merkin siirrossa informaatio vastaa eri modulaatiomenetelmien mukaisesti aaltomuotoja. Kukin aaltomuoto tarkoittaa tällöin yhtä tai useampaa bittiä (binäärinumeroa). Taulukko 1 kuvaa ITU-T:n standardimodeemeja /1/. Taulukossa merkki vastaa yhtä, kahta, jne. enimmillään kuutta bittiä (64-QAM). Näissä modeemeissa merkki vastaa tiedonsiirtoyhteydellä yhtä taajuutta (kantoaaltoa), ko taajuuden tiettyä vaihetta tai jotain kantoaallon amplitudia. Modeemeja käytetään kaikissa analogisissa siirtokanavissa, ml. radiokanavat datan siirtoon. Edellä kuvatun tekniikan rajoituksia ovat:

- yhden kantoaaltotaajuuden käyttö, taulukon mukaisesti useimmiten 1800 Hz,
- enintään 6 bittiä vastaa tiettyä aaltomuotoa, joten niitä on kohtalaisen rajallinen määrä eri symbolien esittämiseen, taulukon mukaan enintään 64 erilaista symbolia saadaan 6 bittisenä esityksenä 64-QAM modulaatiolla,
- kaistaleveys on sovitettu perinteiseen 300 - 3400 Hz:n analogiseen puhelinverkkoon, taulukon ja tutkimuksen mukaisesti kapein kaistaleveys on vanhanaikaisella FSK- tekniikalla tehdyllä hitaalla 1200 bit/s V.23 modeemilla 900-2500 Hz.

Nykyinen tietotekniikka tuottaa pelkästään digitaalista kaksi-tasoista (0 tai 1) dataa. Datan siirtotarve on aiheuttanut digitaalisten televerkkojen kehittymisen /2/. Yleinen huomio onkin kiinnittynyt digitaaliseen tiedonsiirtoon optisilla eli valokaapeliyhteyksillä, jossa tämä digitaalinen on/off-tiedonsiirto riittää. Radioyhteyksillä ja digitaalisen verkon ISDN-puhelimen yhteydessä on tutkittu ja kehitetty digitaalisia modulaatiomenetelmiä /3/, kun digitaalinen tila (0 tai 1) pitää siirtää analogisesti.

Tavallisilla modeemeilla on tietty hyvin rajallinen määrä sallittuja taajuuksia, vaiheita (esim. 8) ja amplitudiarvoja taulukko 1. Nykyisten modeemien epäkohta on rajallinen käyttöalue tietylle puhelinkaistalle tai toisaalta juuri tiettyyn radiolaitteeseen ja kanavaan. Ne eivät pysty adaptiivisesti mukautumaan erityyppisiin kanaviin esim. standardia puhelinkanavaa tai radiokanavaa kapeampaan kaistaleveyteen tai toisaalta laajempaan kaistaleveyteen. Nykyisillä modeemeilla ei pystytä nopeaan datasiirtoon eikä kunnolliseen puheen ja kuvan siirtoon.

CONFIRMATION COPY

Taulukko 1 ITU-T:n standardimodeemit /1/ ja /3/

Year	Recommendation	Bit rate bit/s	Spectrum Hz Measured	Carrier frequency Hz	Symbol rate baud	Modulation
1964	V.21	300			300	FSK
1964	V.23	1200	900 - 2500	1300, 2100	1200	FSK
1968	V.26	2400	900 - 2700	1800	1200	4-DPSK
1972	V.26 bis	2400	900 - 2700	1800	1200	4-DPSK
1976	V.27 ter	4800	800 - 2900	1800	1600	8-DPSK
1976	V.29	9600		1700	2400	16-QAM
1980	V.22	1200	600 - 2900	1200, 2400	600	4-DPSK
1984	V.22 bis	2400	600 - 2950	1200, 2400	600	16-QAM
1984	V.32	9600	300 - 2950	1800	2400	16-QAM
1984	V.33	14400	300 - 3200	1800	2400	32-QAM
1994	V.34	28800		1800	2400 2800 3000 3200 3429	16-QAM 32-QAM 64-QAM
	version 96	31200 33600				

Nykyisten digitaalisten televerkkojen ISDN-tekniikan rajoituksena on kiinteä standardisoitu tilaajan ja keskuksen välinen yhteys ja nopeus B-kanava 64 kbit/s /4/. Palvelu tarjoaa kaksi B-kanavaa ja yhden C-kanavan 16 kbit/s.

Adaptiivinen modeemi pystyy käyttämään tavanomaisia datamodeemeja huomattavasti suuremman määrän taajuuksia, vaiheita ja amplitudeja muodostaessaan erilaisia aaltomuotoja. Adaptiivinen modeemi ei ole kiinteästi tiettyyn modulointitapaan sidottu vaan se mukautuu, adaptoituu käytettävän siirtokanavan tarjoamiin mahdollisuuksiin. Keksinnölle on tunnus merkillistä se, mitä on esitetty patenttivaatimusten tunnusmerkkiosissa.

Keksintöön kuuluu, että käytetyt aaltomuodot vastaavat runsasta symbolikirjastoa, teoriassa lähes rajatonta määrää symboleja, jolloin saavutetaan seuraavia etuja:

- Puhelintilaajan Internet-verkkoon tai perinteiseen puhelinteleverkkoon tavanomaisilla puhelinyhteyksillä lähettämä tiedonsiirto nopeutuu nykyisestä 64 kbit/s ISDN-yhteyksillä ja 33.6 kbit/s modeemiyhteyksillä. Tiedonsiirto nopeutuu huomattavasti aaltomuotojen vastatessa nykyistä suurempaa bittimäärää adaptiivisessa modeemissa käytetyn algoritmin ansiosta. Samalla symbolinopeudella siirtyy huomattavasti nykyistä enemmän bittejä.

- Adaptiivisuudesta johtuen modeemi soveltuu useimpiin käytettävissä oleviin tiedonsiirtojärjestelmiin ja niissä tarjolla olevissa siirtokanavissa oleviin taajuuskaistoihin (radiokanavat ja tietoliikenneverkon kanavat ml), mitä ominaisuutta olemassaolevilla standardimodeemeilla ei pystytä tarjoamaan.

- Adaptoituminen käytettävissä olevaan siirtokanavaan tehdään ohjelmallisesti muuttamatta adaptiivisen modeemin mekaanista rakennetta ja kytkentää millään tavalla. Vastaavasti toimintatilaa voidaan vaihtaa eri radiotaajuuksilla. Ohjelman parametrien muutoksella tehdään valinnat kulloinkin kyseeseen tulevasta modulaatiotavasta, siirtonopeudesta ja siirron laatuvaatimuksesta (bittivirhesuhde).

- Adaptiivinen modeemi sovittaa ominaisuutensa kuhunkin käytettävissä olevaan kanavaan ja siirtotilanteeseen optimoiden automaattisesti toimintansa halutun kriteerin mukaisesti. Kriteereinä voi olla mm. kanavan kaistalevyys ja taajuusalue, tiedonsiirrossa kulloinkin sallittu bittivirhesuhde, vaadittu siirtonopeus, salausalgoritmi, virheenkorjaus ym. Modeemissa käytetään aaltomuodon kehittämiseen laskenta-algoritmiä ja digitaali-analogiamuunninta sekä sovitinyksikköä prosessorin ja televerkon välillä. Vastaanotossa taas tarvitaan vastaavasti sovitinyksikkö, analogia-digitaalimuunnin, aaltomuodon tunnistamiseen laskenta-algoritmi ja prosessori. Tietokoneen ja modeemin välillä on standardirakenteinen yhteys.

Seuraavassa keksintöä selitetään tarkemmin viittaamalla oheisiin kuvioihin, joissa

Kuviossa 1 on ohjelmallisen modeemikortin lohkokaavio.

Kuviossa 2 esitetään amplitudimodulaatio.

Kuviossa 3 esitetään vaihemodulaatio.

Kuviossa 4 esitetään amplitudi- ja vaihemodulaatio.

Kuviossa 5 esitetään useiden eri taajuuksien summa-aaltoa.

Kuviossa 6 on lohkokaavio radiomodeemin modeemikortista.

Kuvion 1 lohkokaaviossa on vasemmassa reunassa tietokone PC, johon ohjelmallinen modeemikortti liittyy ISA-, PCI- tai USB-väylän kautta. Kortin modeemiosaa saa väylän kautta

käyttöjännitteensä, data- ja osoitesignaalin sekä keskeytyssignaalit. Signaaleita varten on modeemikortilla puskuripiirit.

SIGNAALIN LÄHETYS

Modeemiosan keskeinen komponentti on signaaliprosessori, joka saa käsiteltävän eli lähetettävän datan PC:n dataväylältä. Vastaanotossa signaaliprosessori syöttää tietoa PC:n dataväylälle. Prosessori myös huolehtii omalta osaltaan sivuäänettömyydestä ja kaiun poistosta. Signaaliprosessori toimii ohjelmamuistin avulla. Modeemiohjelma ladataan PC:n data- ja osoiteväylien kautta. Muisti on EEPROM-tyyppiä, jota voidaan ohjelmoida sähköisesti.

Signaaliprosessorilta lähtevä moduloitu digitaalinen tieto muunnetaan analogiseksi digitaali-analogiamuuntimella. Sen analoginen jänniteviesti kytkeytyy optoeristinyksikköön, joka erottaa galvaanisesti televerkon sovitinosat muuntimesta.

Signaalin lähtöjännite viedään aseteltavaan vahvistimeen, jonka vahvistus säädetään vastuksilla televerkon kannalta sopivaksi. Vahvistimen lähtöjännite kytkeytyy vastushaarukkaan, josta signaali etenee tasasuuntaajan kautta soitontunnistus ja ylijännitesuojapiiriin. Siitä modeemisignaali etenee televerkkoon 2-johdinyhteydellä.

SIGNAALIN VASTAANOTTO

Televerkosta saapuva modeemisignaali kulkee soitontunnistus ja ylijännitesuojapiirin kautta tasasuuntaajalle, josta signaali kytkeytyy vastushaarukkaan. Vastushaarukan tehtävänä on muodostaa ns. sivuääneton kytkentä eli päästää televerkosta saapuva modeemisignaali etenemään, mutta estää samanaikaisesti televerkkoon lähetettävän modeemisignaalin kytkeytyminen vastaanoton vahvistimeen.

Saapuva modeemisignaali etenee automaattisesti tasolukittuun vahvistimeen, joka tunnistaa signaalin suuruuden ja sen jälkeen lukittuu sopivalle vahvistuskertoimelle. Tämä adaptiivisuus edesauttaa vastaanoton virheetöntä toimintaa etenkin silloin, kun vastaanotetut signaalitasot ovat heikkoja. Edelleen vahvistimelta signaali etenee optoeristin-yksikön kautta analogia-digitaali-muuntimelle. Se muuntaa analogisen jänniteviestin digitaalseksi signaaliprosessoria varten. Signaaliprosessori puolestaan ilmaisee eli demoduloi saamastaan digitaalisesta viestistä sanoman, joka syötetään PC:n dataväylälle.

MUUT OSAT

Soitontunnistus ja ylijännitesuojauspiirin tehtävänä on tunnistaa B-tilaajan kutsu ja tiedottaa kutsu PC:lle optoeristin-yksikön kautta. Piirin tehtävä on myös läpikytkeä lähtevä ja tuleva modeemisignaali. Piirin ylijännitesuojaus estää salaman tai muiden suurten jännitteiden aiheuttaman vaikutuksen televerkon sovitinosan. Kun PC:n käyttäjä on A-tilaaja, kytkeytyy ohjaussignaali optoeristimen kautta linjakytkentään, jolloin modeemikortti kytketään galvaanisesti televerkkoon. Sen jälkeen signaaliprosessori muodostaa soittosarjan B-tilaajalle, jolloin yhteys muodostuu. Televerkon sovitinosan lohkot saavat käyttöjännitteensä sovitinosan jännitelähteestä, joka ei kuormita televerkkoa syöttölohkoineen.

LÄHETYSAAJALOMUODON KEHITTÄMINEN

Adaptiivinen modeemi soveltaa diskreettistä Fourier-muunnosta /5/-/6/ sekä lähetyssaajalomuodon kehittämisessä että sen vastaanotinalgoritmissä. Yleisesti tunnettu Fourier-muunnos on toteutettu joissain mittalaitteissa nopeana Fourier-muunnoksena (FFT), jossa ei pystytä käyttämään hyväksi kaikkia tiedonsiirrossa siirrettäviä näytteitä vaan kahden potenssissa siis: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024 jne. Keksinnön mukainen adaptiivinen modeemi soveltaa diskreettiä Fourier-muunnosta ja pystyy käyttämään kaikki käytännössä esiintyvät näytemäärät 8,9,10,11,12,...16,...32,...100,...1024,...jne, jolloin voidaan puhua adaptiivisuudesta merkin pituuden (symbolin) suhteen. On huomattava, että siirrettävä symboli muodostuu N kpl näytteestä, jolloin määräytyy samalla symbolinen ajallinen kesto ja symbolinopeus. Symbolinopeuteen vaikuttaa käytettävissä olevan teknologian mahdollistama näytteenottotaajuus (Äänikortit max. 45000, dsp:t 120000, USB 12 milj. näytettä sekunnissa). Adaptiivinen modeemi ei ole ollut mahdollinen ennen kuin teknologia kehittyi nykyiselle tasolleen.

Analogisen signaalin, kuten puheen koodaustavasta riippuen analogisesta näytteestä syntyy yksi adaptiivinen deltamodulaatio, kaksi tai useampia esim. 8 (PCM) bittejä. Adaptiivinen modeemi kokoaa bitit siirrettäviksi symbooleiksi, joissa voi olla 1,2,3 tai useampia eli hyvin suuri määrä bittejä. Adaptiivinen modeemi pystyy siirtämään koodatun puheen riippumatta käytetystä koodaustavasta.

Tekstin koodauksessa adaptiivinen modeemi tarjoaa ASCII-koodille analogisen siirtoon soveltuvan vastineen. Vastaavat standardikoodistot saavat analogisen standardivastineensa, jota ei ole vielä toteutettu markkinoilla olevissa modeemeissa. Koodaus voidaan nykymodeemien

bittien koodauksen asemesta suorittaa suoraan tietokoneen muistissa olevista erilaisista merkeistä analogiseen siirrettävään muotoon adaptiivisella modeemilla. Syntyy uusia standardeja erilaisten digitaalisten merkkien, teksti, kuva, kartta jne. analogista koodausta varten.

Kuviossa 1 on matala siniaalto 0-bitti ja korkea aalto on 1-bitti. Kuviossa 1 esitetään vain amplitudimodulointi. On tavallista, että nopeissa suorissa kaapeliyhteyksissä käytetään digitaalista siirtoa, jolloin 1-bitti on jonkin rajan ylittävä jännitearvo ja 0-bitti sen alittava jännitearvo.

Kuviossa 1 on esitetty ASCII-koodin H-kirjain yksinkertaisimmalla mahdollisella amplitudi-modulaatiolla. Siinä on vain yksi aallonpituus (18 näytettä), ei vaihemuutoksia ja vain yksi bitti jokaista aaltoa kohti. Kuviossa pystyakseli ilmaisee jännitteen ja vaaka-akseli aikaa. Valkoiset pystysuorat viivat on piirretty joka kymmenennen näytteen kohdalle.

Kuviossa 2 on sama ASCII-koodin kirjain H esitetty puhtaalla vaihemodulaatiolla. Jos aallon alussa ei ole vaihemuutosta, siihen tulkitaan 0-bitti. Jos vaihemuutos on 180° , siihen tulkitaan 1. Kuviossa 2 on siis $H = 01001000$.

Jos kuviot 1 ja 2 yhdistetään, saadaan kuvion 3 mukainen esitys amplitudi- ja vaihemoduloinnista. Yksinkertaisin mahdollinen tilanne.

Kuviossa 3 jokaisella peräkkäisellä aallolla välitetään kaksi bittiä, joista ensimmäinen bitti on amplitudimoduloitu ja toinen vaihemoduloitu. Kuviossa 3 on sanoma "Hä".

Jos tyydytään kuvion 3 esitykseen, ei linjalta saada kovin suurta nopeutta. Jos yhden aallonpituuden sijaan käytetään neljää aallonpituutta, joista toinen on puolet ensimmäisestä ja kolmas 1/4 ensimmäisestä ja neljäs 1/8 ensimmäisestä ja lisäksi amplitudimuutoksille sallitaan 16 eri korkeutta ja vaiheelle 16 erilaista vaihemuotoa, saadaan kuvion 4 tilanne.

Kuviossa 4 on nopeahko signaali, joka on purettavissa Diskreetillä Fourier-muunnoksella (DFT). Tässä tarkastellaan useiden eri taajuuksien summa-aaltoa. Lähettävän modeemin prosessori on muodostanut summa-aallon käyttäen yleisiä algoritmeja.

Tiedonsiirtokanavan laadun mukaan voidaan käyttää esim. 20 eri taajuutta samanaikaisesti, 8

bittiiä aaltoa ja modulointitapaa kohti. Perusaallon näytemäärä voi olla esim. 64 ja matalin aalto on valittavissa kanavan asettamien rajoitusten mukaan. Lisäksi taajuudet voidaan tiivistää esim. 50 Hz kanaviksi ja silti tulos on laskettavissa Fourier-muunnoksesta johdetulla algoritmilla. ts. summa-aallon sisältämät kaikki aaltomuodot ovat ratkaistavissa vastaanottavan modeemin prosessoriyksikön avulla.

ADAPTIIVISEN RADIOMODEEMIN KUVAUS

Ohjelmallisen radiomodeemikortin lohkokaavio on esitetty kuviossa 5. Modeemikortti liittyy PC:n ISA-, PCI- tai USB-väylään versiosta riippuen. Kortin modeemiosa saa väylän kautta käyttöjännitteensä, data- ja osoitesignaalin sekä keskeytyssignaalit. Signaaleita varten on modeemikortilla puskuripiirit.

Modeemiosan keskeinen komponentti on signaaliprosessori, joka saa lähetettävän datan PC:n dataväylältä. Prosessori mahdollistaa myös hajaspektritekniikan käyttämisen. Signaaliprosessori toimii ohjelmamuistin avulla. Modeemiohjelma ladataan PC:n data- ja osoiteväylien kautta. Muisti on EEPROM-tyyppiä, jota voidaan ohjelmoida sähköisesti.

Signaaliprosessorilta lähtevä moduloitu digitaalinen tieto muunnetaan analogiseksi digitaali-analogiamuuntimella. Sen analoginen jänniteviesti kytkeytyy aseteltavaan vahvistimeen, jonka vahvistus voidaan tarvittaessa asettaa vastuksilla modulaattorin kannalta sopivaksi. Vahvistimen lähtöjännite kytkeytyy modulaattoriin, josta signaali etenee RF- eli radiolähettimeen. Modulaattorin tehtävänä on lisätä lähetettävä datasi signaali suurtaajuiseen kanta-aaltoon käyttämällä amplitudi- ja/tai vaihemodulaatiota. RF-lähetin toimii suurtaajuisen ja moduloidun kanta-aallon vahvistimena, josta signaali johdetaan lähetysantenniin (RX-TX-antenni).

Signaalin vastaanotto tapahtuu johtamalla suurtaajuinen modeemisignaali vastaanottoantennista RF-vastaanottoon, joka toimii suurtaajuussignaalin vahvistimena. RF-vastaanotin syöttää demodulaattoria eli ilmaisinta, jossa datasi signaali erotetaan suurtaajuisesta kanta-aallosta. Modeemisignaali etenee edelleen automaattisesti tasolukittuvaan vahvistimeen, joka tunnistaa signaalin suuruuden ja sen jälkeen lukittuu sopivalle vahvistuskertoimelle. Tämä adaptiivisuus edesauttaa vastaanoton virheetöntä toimintaa kun signaalitasot ovat heikkoja. Signaali etenee edelleen analogia-digitaalimuuntimelle. Se muuntaa analogisen jänniteviestin digitaalseksi

signaaliprosessoria varten. Signaaliprosessori vuorostaan ilmaisee eli demoduloi saamastaan digitaalisesta viestistä sanoman, joka syötetään PC:n dataväylälle.

Kutsuntunnistuspiirin tehtävänä on tunnistaa radioteitse saapuva datalähetys ja tiedottaa PC:tä. Silloin PC osaa varautua vastaanottamaan signaaliprosessorin työstämää datasignaalia. Kun PC lähettää dataa radioteitse, kytkeytyy ohjaussignaali lähetyskytkentään, jolloin RF-lähetin kytkeutyy päälle. Sen jälkeen signaaliprosessori muodostaa datasignaalin lähetettäväksi.

Esitetyn periaatteen mukainen modeemijärjestelmä voi olla sekä datasiirron datamodeemi että digitaalisessa radiossa tarvittava laajakaista- tai ns. hyppivätaajuinen lähetin ja vastaanottimessa tarvittava ilmaisin. Merkin, datan tai symbolien aaltomuodot ovat yleensä valmiiksi muistiin tallennettu-ja ne ilmaistaan Fourier-muunnokseen perustuvan algoritmin avulla laskennallisesti. Tässä tarvitaan signaaliprosessoria ja muistipiirejä sekä muistipiiriin tallennettua ohjelmaa. Oleellinen osa modeemia on liitäntäpiiri, jolla ohjelmallisesti tehty tai muistiin tallennettu lähettävää symbolia ym. vastaava aaltomuoto siirretään televerkkoon tai radiokanavaan. Tietoliikennetekniikan, digitaalisen signaalinkäsittelyn, tietokoneohjelmoinnin ja nykyelektronikan signaaliprosessoreiden ja analogia-digitaalimuuntimien tuntemuksen soveltaminen adaptiivisessa modeemissa muodostaa kokonaisuuden, joka takaa nykyistä suuremman siirtonopeuden. Siirtonopeutta voidaan säädellä kulloisenkin tilanteen mukaan. Sitä rajoittaa vain käytettävissä oleva kaistaleveys, vallitseva signaalikohinasuhde ja kulloinenkin tietotekniikan ja elektronikan taso.

Patenttihakemuksessa esitetty adaptiivinen modeemi on tunnettuja hakemuksessa mainittuja standardimodeemeja huomattavasti nopeampi jo tehtyjen testausten perusteella. Tunnetuissa modeemeissa datasiirron digitaalisuus muodostetaan jo puhelinliittymässä (ISDN-puhelin) tai ensimmäisessä puhelinkeskuksessa xDSL-tilaajalinjan päässä (ei end-to-end periaatetta). Adaptiivinen modeemi toimii aivan päinvastoin. Se on suunniteltu toimimaan

- kapeissa puheensiirtokanavissa päästä päähän (end-to-end) -periaatteella monimutkaisilla jopa mielivaltaisesti kuhunkin tarpeeseen valittavilla aaltomuodoilla ,
- olemassa olevilla erilaisilla analogisilla kanavilla analogista siirtotietä käyttävänä modeemina tai jopa - nykyaikaisilla digitaalisesti muodostetuilla analogisilla siirtoteillä (ISDN puhelin) standardimodeemeja nopeampana datasiirtovaihtoehtona. Suunnitteluperiaatteet ovat poikkeuksellisia tunnettuihin datamodeemiratkaisuihin verrattaessa. Adaptiivisen modeemin toiminta

perustuu yleisesti tunnettuun Joseph Fourierin (1768-1830) Fourier-muunnos ja -sarja teoriaan. Digitaalisen signaalinkäsittelyn periaatteiden mukaisesti keksintö käyttää diskreetin Fourier -muunnoksen mukaista laskenta-algoritmia amplitudin ja vaiheen laskemiseksi. Tämä edellyttää analogisten signaalien näytteistämisen vastaanotossa ja näytteistä symbolin dekodeeraamisen diskreettiin Fourier- muunnokseen perustuvalla laskenta-algoritmilla. Tunnetuissa signaalinkäsittelyyn ja spektrin laskentaan sovelletuissa laiteratkaisuissa käytetään nopeaa Fourier-muunnosta (FFT) mutta adaptiivisissa modeemissa diskreettiä Fourier muunnosta signaalin tunnistamiseen kehitetyn laskenta-algoritmin perustana. Tähän seikkaan perustuu suurelta osin adaptiivisen modeemin keksinnöllisyys ja yleisesti tunnetusta poikkeavuus.

Jokaiselle monikantaaalto-tekniikassa käytetylle kanta-aallolle lasketaan reaaliajassa niiden amplitudit ja vaiheet. Näin saadaan lähetetty merkki selville ns signaalikonstellaatiosta. Adaptiivinen modeemi pystyy helposti tunnistamaan monimutkaisempia signaalikonstellaatioita kuin nykyään käytetyt, standardoidut tai muuten tunnetut modeemit. Esimerkkinä tällaisista aaltomuodoista voidaan mainita $n \cdot 1024$ -QAM. Tässä n tarkoittaa kanta-aaltojen lukumäärää. Aaltomuoto voidaan sovittaa kanavan tarjoamiin mahdollisuuksiin so sallittuihin - signaalin lähetystehoalueeseen, amplitudin ylä- ja alaraja voltteina - taajuuksien ylä- ja alaraja hertseinä - pienin taajuusväli hertseinä - pienin amplitudiporras ja - pienin vaihe-ero. Saavutettava datan siirtonopeus voidaan valita osin edellisten perusteella, mutta myös valitsemalla - näytteenottotaajuus ja - symbolissa käytetty näytemäärä ja valinnasta seuraava symbolinopeus B_d . Myös näihin seikkoihin perustuu suurelta osin adaptiivisen modeemin keksinnöllisyys ja yleisesti tunnetusta poikkeavuus.

Tämän perusteella on laadittu tietokoneen läheisellä assembly-kielellä laskenta-algoritmi, joka pystyy tunnistamaan kanta-aallot, niiden amplitudit ja vaiheet eli ilmaisemaan monimutkaisia aaltomuotoja. Vastaavaan toimintaan kykeneviä ei ole esitetty julkisuudessa, ei ole standardisoitu eikä tiedetä olevan olemassa. Tämän vuoksi adaptiivinen modeemi soveltuu kapeaan kaistaleveyteen paremmin kuin mitkään tunnetut modeemit. Esimerkkejä tällaisista kanavista ovat kaikki kansainvälisen televerkon yli toimivat yhteydelliset puhelinyhteydet, radiopuhelinyhteydet (NMT, GSM, satelliittipuhelin ja tulevat uudet puheradioyhteydet), sotilaspuheradioyhteydet eri taajuusalueilla (HF, VHF, UHF jne). Kapeakanavaisen toiminnan lisäksi adaptiivinen modeemi soveltuu myös laajakaistaiseen toimintaan. Myös tähän perustuu suurelta osin adaptiivisen modeemin keksinnöllisyys ja yleisesti tunnetusta poikkeavuus.

Koska tietokone sovitetaan sekä radioon että televerkkoon, on modeemiin kehitetty sovituspiirit tätä varten. Sovituspiiri on osa aaltomuodon vastaanotinta ja sisältää tarvittavat signaalin-käsittelypiirit. Monimutkaiset aaltomuodot tarvitsevat hyvin tarkan tasonsäädön ja tahdistuksen. Lähetys- ja vastaanottoalgoritmien kanssa laitteistosta muodostuu patenttiselostuksessa kerrottu kokonaisuus "adaptiivinen modeemi". Myös tähän sovituspiiriteknologiaan perustuu suurelta osin adaptiivisen modeemin keksinnöllisyys ja yleisesti tunnetusta poikkeavuus.

Koska adaptiivinen modeemi on menetelmä, joka käyttää monimutkaisia aaltomuotoja ja kukin aaltomuoto monibittistä symbolia bittimäärän ollessa huomattavasti suurempi kuin millään tunnetulla kapeassa puhekanavassa toimivalla datamodeemilla, on adaptiivisella modeemilla tunnettuja modeemeja parempi datan siirtonopeus.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Adaptiivinen modeemi, johon kuuluu

- modeemiosa, jossa on digitaalista signaalinkäsittelyä hyväksikäyttävä lähetin ja vastaanotin sekä modeemin toiminnan ohjaamiseen tarvittava ohjausyksikkö,
- tele/radioverkon sovitinosa, jossa on tele/radioverkon liitäntäpiirit ja lähetys- ja vastaanottotoiminnan tarvitsemat vahvistus- ja signaalinmuokkausyksiköt,
- tietokoneen väyläliitäntä,

t u n n e t t u siitä, että digitaalinen signaalinkäsittely sisältää diskreettiin Fourier- muunnokseen perustuvan laskenta-algoritmin, kohokosiniin tai $e \cdot n$ eksponentin luuppeihin perustuvan linjavasteen analyysin, korjaus-algoritmin ja ohjausparametrit, jolloin lähettimen ja vastaanottimen modulaatiotoiminta on mainittua algoritmia käyttäen mukautettavissa optimaaliseksi käytettävissä olevan tiedonsiirtokanavan siirtonopeuteen, virhesuhteeseen ja/tai kaistaleveyteen nähden.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen adaptiivinen modeemi, **t u n n e t t u** siitä, että modeemi sisältää ohjelman, jolla vastaanottimen toimintamuoto on ohjelmallisesti muutettavissa, jolloin vastaanottimen avulla on ilmaistavissa lähettimen lähettämiä erilaisia digitaalisia modulaatioita, kuten erilaisiin symbolin pituuksiin perustuvia, erilaisiin symbolin bittimääriin perustuvia, useisiin samanaikaisiin kantoaaltotaajuuksiin perustuvia tai erilaisiin kombinaatioihin useista amplituditasoista ja vaiheista perustuvina, datayhteyksien erityiseksi nopeuttamiseksi normaaleita puhelinyhteyksiä käytettäessä.

3. Patenttivaatimuksen 1 ja 2 mukainen adaptiivinen modeemi, jossa lähetin on radiolähetin ja vastaanotin on radiovastaanotin ja modeemiin kuuluu radioliitäntäyksikkö, **t u n n e t t u** siitä, että modeemiyksikköön kuuluu ohjelmanmuutostoiminto, joka mahdollistaa halutun taajuusalueen hajaspektrikäytön.

4. Menetelmä modulaatiotavan adaptiiviseksi valitsemiseksi patenttivaatimuksen 1 mukaisen adaptiivisen modeemin kutakin siirtotietä varten, **t u n n e t t u** siitä, että lähetetyt modulaatiot ja modulaatiotavat valitaan sen perusteella, että vastaanotossa saavutetaan Fourier-muunnoksesta johdettua algoritmia käyttäen halutulla näytteenottotaajuudella laskennallisesti haluttu tai

maksimaalinen lähetettyjen modulaatioiden taajuuden, amplitudin ja vaiheen erottelutarkkuus eri aaltomuodoiksi televerkon liitäntäyksikön tai radioliitännän kautta tapahtuvassa tiedonsiirrossa.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä **t u n n e t t u** siitä, että menetelmässä kutakin bittiä, useita bittejä, ASCII-merkkiä, symbolia, dataa, sanomaa, puhetta tai esim. kuvaa vastaa oma modulaation osana oleva aaltomuoto.

6. Patenttivaatimuksen 4 ja 5 mukainen menetelmä **t u n n e t t u** siitä, että televerkon tai radiokanavien kautta sanoma lähetetään useiden eri aaltomuotomodulaatioiden yhteisenä laskennallisena ja koodattuna summa-aaltoa, joka vastaanotossa puretaan aaltomuodoiksi ja kooditietoa käyttäen ilmaistaan sanomana.

(57) Tiivistelmä

Adaptiivinen modeemi, johon kuuluu modeemiosa, jossa on digitaalista signaalinkäsittelyä hyväksikäyttävä lähetin ja vastaanotin sekä modeemin toiminnan ohjaamiseen tarvittava ohjausyksikkö, televerkon sovitinosa, jossa on televerkon liitäntäpiirit ja lähetys- ja vastaanottotoiminnan tarvitsemat vahvistus- ja signaalinmuokkausyksiköt sekä tietokoneen väyläliitäntä. Digitaalinen signaalinkäsittely sisältää Fourier-muunnos sovelluksen las-kenta-algoritmit, jolloin lähettimen ja vastaanottimen toiminta on mainittuja algoritmeja käyttäen mukautettavissa optimaaliseksi suhteessa käytettävissä olevan tiedonsiirtokanavan siirtonopeuteen, virhesuhteeseen ja/tai kaistaleveyteen.